

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN
PROYEK GEDUNG AUTIS CENTER KOTA BLITAR TAHUN 2013**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:
MUHAMMAD BACHTIAR RAHMADHANI
NIM. 105060107111019

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN PROYEK GEDUNG AUTIS CENTER KOTA BLITAR TAHUN 2013

Muhammad Bachtiar Rahmadhani , Kartika P. Negara, M.Hamzah Hasyim

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

E-mail : dhani.mamad@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan suatu proyek salah satu faktor yang paling menunjang adalah dengan membuat suatu jadwal perencanaan sesuai dengan keinginan yang akan dicapai. Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan software Microsoft Project Professional 2013 akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode Monte Carlo. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi waktu proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Simulasi *Monte Carlo* adalah sebuah teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Pada penelitian ini durasi pekerjaan memiliki kemungkinan untuk dilakukan simulasi dengan metode Monte Carlo karena durasi pekerjaan yang bermacam-macam. Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Autis Center Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari durasi penjadwalan yang dapat diterima dan probabilitas penjadwalan pada pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal dan lebih aman.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi *Monte Carlo* pada durasi pekerjaan tercepat, paling mungkin, dan terlama hasil survey pada pihak kontraktor gedung Autis Center Kota Blitar. Simulasi pada penelitian ini menggunakan software Crystal Ball dan distribusi data yang digunakan adalah distribusi triangular. Durasi pekerjaan hasil simulasi *Monte Carlo* kemudian digunakan untuk melakukan penjadwalan menggunakan software Microsoft Project Professional. Sehingga didapatkan jadwal dan kurva S hasil simulasi *Monte Carlo* yang selanjutnya akan di analisis dan dibandingkan dengan jadwal durasi rencana, tercepat, paling mungkin, dan terlama. Perbedaan jadwal yang dianalisis dan dibandingkan pada penelitian kali ini adalah pada total durasi pekerjaan dan besarnya probabilitas selesainya pekerjaan sesuai jadwal.

Hasil dari perbandingan jadwal yang dilakukan pada penelitian kali ini terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi tercepat selama 108 hari, durasi paling mungkin selama 126 hari, durasi terlama selama 150 hari dan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 132 hari. Perbedaan jadwal pada proyek Gedung Autis Center Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* adalah lama durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Lama durasi jadwal rencana selama 120 hari dengan probabilitas sebesar 18%. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 132 hari dengan probabilitas sebesar 68%. Sedangkan probabilitas terbesar yakni 100% untuk durasi terlama dengan waktu selama 150 hari.

Kata Kunci : Monte Carlo, durasi, jadwal.

ABSTRACT

In the implementation of a project is one of the factors that most support is to create a planning schedule in accordance with the desire to be achieved. So with the diversity of time or duration is uncertain, scheduling using Microsoft Project Professional 2013 software will have more indicator in the profit and loss if the project using the Monte Carlo method. Therefore, one of the methods used in the process of risk analysis to determine the estimated time of the project, namely the Monte Carlo simulation method. Monte Carlo simulation is a statistical sampling technique used to estimate the solution to the problems quantitatively. In this study, the duration of the work has the possibility to be simulated by the Monte Carlo method for the duration of the work are manifold. By reviewing the above background, in the case of the Autism Center Building Blitar hence the need for a study to find an acceptable scheduling duration and probability of scheduling the construction of the building so that it gets the estimated time optimal and safety.

In this study conducted a Monte Carlo simulation on the duration of the work of the fastest , most likely , and the survey results in the longest building contractor Autism Center Blitar. Simulations in this study using Crystal Ball software and data distribution used is distrubusi triangular . The duration of the work results of Monte Carlo simulations are then used to perform scheduling using Microsoft Project Professional software . So we get the schedule and the S curve that Monte Carlo simulation results will then be analyzed and compared with the schedule duration of the plan , the fastest , most likely , and the longest . Schedule differences are analyzed and compared in the present study is the total duration of the work and the magnitude of the probability of completion of the work on schedule.

Results of the comparison schedule will be undertaken in the present study there are differences in the scheduling of the total duration of the work during the 108 -day duration of the fastest , most probably during the duration of 126 days , the longest duration for 150 days and the duration of the Monte Carlo simulation results for 132 days . Differences schedule on Autism Center Building project Blitar when compared with scheduling using Monte Carlo simulation method is the long duration and magnitude of the probability of completion of work . Long duration of the plan scheduled for 120 days with a probability of 18% . While the duration of the results of Monte Carlo simulations for 132 days with a probability of 68% . While the greatest probability of 100 % for the longest duration of time for 150 days .

Keywords : Monte Carlo , duration , schedule.

PENDAHULUAN

Definisi simulasi *Monte Carlo* menurut *Monte Carlo Method* yang ditulis dalam jurnal yang ditulis Fadjar (2008) adalah semua teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Pada jurnal yang sama, *Project Management Institute* (2004) menjelaskan bahwa dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek.

Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project Professional akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode *Monte Carlo*. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi durasi proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Metode ini merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi

perhitungan probabilitas membahas aspek risiko dalam manajemen proyek.

Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Autis Center Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan analisis proyek pembangunan gedung dengan metode *Monte Carlo*. Fokus penelitian yang diambil mengenai penerapan teknologi perangkat lunak untuk mencapai kemudahan dalam menjalankan proyek konstruksi pada sub bidang manajemen konstruksi, khususnya dalam hal perencanaan dan pengendalian jadwal.

IDENTIFIKASI MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam kajian ini adalah penjadwalan dengan penerapan metode Monte Carlo pada proyek “Pembangunan Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013”, sehingga mendapat hasil penjadwalan dan penerapan kurva S yang paling efisien dari metode tersebut.

RUMUSAN MASALAH

Bedasarkan pada identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah penjadwalan pada pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar mempertimbangkan waktu yang aman?
2. Bagaimana penerapan metode Monte Carlo pada penjadwalan pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar?
3. Apa hasil penerapan metode Monte Carlo pada penjadwalan pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar?
4. Apakah terdapat perbedaan penjadwalan pada proyek Gedung Autis Center Kota Blitar berdasarkan durasi rencana, harapan, tercepat, mean dan terlama?

BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah proyek ini adalah Pembangunan Gedung Autis Center Kota Blitar.
2. Seluruh data yang digunakan adalah data yang disediakan oleh kontraktor pelaksana PT. JAYA MEKAR SARI.
3. Metode yang digunakan adalah simulasi Monte Carlo dan penjadwalan menggunakan software Microsoft Project Professional 2013.
4. Data yang digunakan meliputi jadwal rencana, kurva S dan data-data yang berhubungan dengan penjadwalan dari hasil kuisioner oleh kontraktor pelaksana.
5. Simulasi Monte Carlo dilakukan dengan *software Crystal Ball*.

Distribusi yang digunakan pada metode Monte Carlo adalah distribusi triangular.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah:

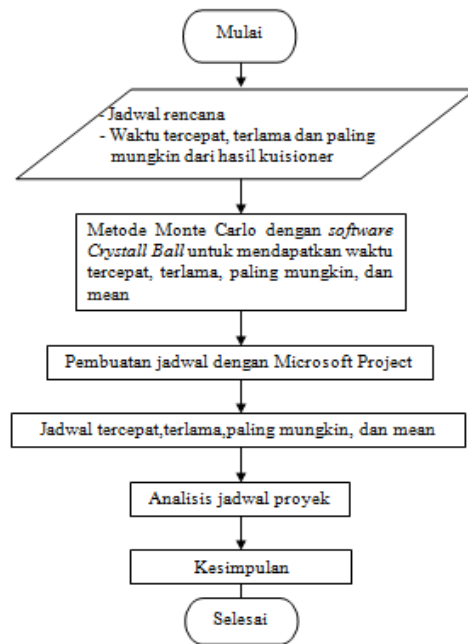
1. Mengetahui dipertimbangkannya waktu yang aman untuk penjadwalan pada pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar.
2. Menjelaskan penerapan metode Monte Carlo untuk penjadwalan.
3. Mengetahui hasil penerapan metode Monte Carlo untuk penjadwalan pada proyek Gedung Autis Center Kota Blitar.
4. Mengetahui perbedaan jadwal pada proyek Gedung Autis Center Kota Blitar bila dibandingkan dengan

penjadwalan menggunakan metode Monte Carlo.

METODE

Langkah-langkah dalam penelitian :

1. Pengambilan data dengan cara survei kuisioner kepada kontraktor pelaksana proyek.
2. Memperoleh waktu tercepat, terlama dan paling mungkin untuk setiap pekerjaan proyek dan jadwal rencana proyek.
3. Mengolah data dengan metode *Monte Carlo* menggunakan *software Crystal Ball* dengan kesalahan mutlak maksimal sebesar 2%.
4. Membuat penjadwalan dengan Ms. Project 2013 dan kurva S menggunakan hasil *Monte Carlo*.
5. Membandingkan jadwal rencana dengan jadwal hasil simulasi metode *Monte Carlo*.
6. Kesimpulan.

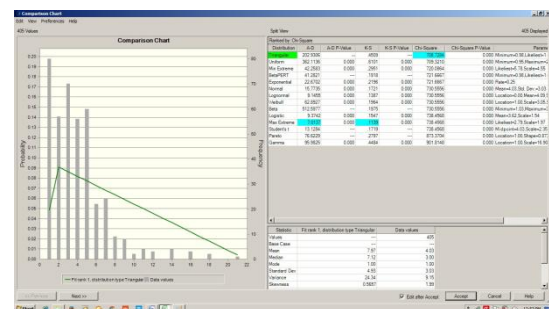


Gambar Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuktian Distribusi Data

Penentuan distribusi data dapat dibuktikan menggunakan *software Crystal Ball* melalui *toolbar Fit Distribution*. Melalui *toolbar Fit Distribution* dapat diketahui distribusi yang paling dominan pada data tersebut. Sehingga pada langkah berikutnya dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi yang sesuai.



Gambar Pembuktian Distribusi

Hasil pembuktian distribusi data dapat dilihat pada gambar. Dari gambar didapatkan hasil berdasarkan statistik deskriptif, data tersebut termasuk ke dalam distribusi triangular karena nilai uji chi-square yang paling kecil yakni 708,7284 dibandingkan dengan hasil distribusi lainnya. Chi Square adalah salah satu jenis uji komparatif non parametris yang dilakukan pada dua variabel atau lebih, dimana skala data kedua variabel adalah nominal. Dari pembuktian distribusi data diketahui bahwa distribusi yang paling dominan adalah distribusi *Triangle* / segitiga.

Simulasi Monte Carlo

Setelah diketahui distribusi data yang paling dominan adalah distribusi *triangle*, maka dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi tersebut. Simulasi dilakukan dengan memasukkan *input* berupa waktu durasi, tercepat, paling mungkin, dan terlama.

Output yang didapatkan berupa waktu durasi *mean* hasil simulasi *Monte Carlo*. Setelah dilakukan simulasi pada setiap *item* pekerjaan, maka didapatkan data statistik dari pekerjaan tersebut. Untuk data dengan bilangan pecahan akan dibulatkan keatas, karena satuan durasi pekerjaan adalah satuan hari. Sebelum melakukan simulasi hal yang dilakukan adalah menentukan jumlah

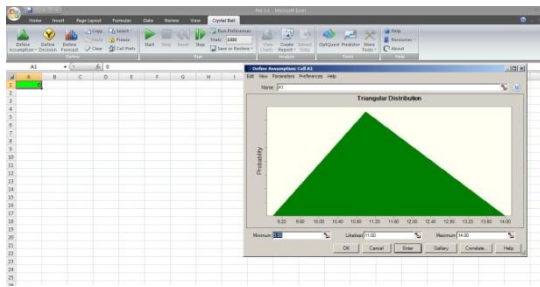
iterasi yang diperlukan. Langkah menghitung iterasi adalah sebagai berikut:

- Mencari standar deviasi
- Mencari rata-rata data
- Mencari standar absolute error maksimal 2% dengan rumus = $0.02 \times \text{rata-rata}$
- Mencari iterasi dengan rumus
$$N = \left(\frac{3\sigma}{E}\right)^2$$

Berikut ini contoh perhitungan iterasi dengan kesalahan mutlak maksimal 2% untuk pekerjaan pembuatan direksi keet dengan durasi tercepat 2 hari dan durasi terlama 5 hari :

- Standar deviasi dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =stdev(waktu min, waktu max). =stdev(2,5) dan didapatkan hasil 2,12.
- Rata-rata dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =average(waktu min, waktu max). =average(2,5) dan didapatkan hasil 3,5.
- Absolute error = $0.02 \times 3,5 = 0.07$
- Iterasi = $((3 \times 2,12) / 0.07)^2 = 8265$ iterasi

Dalam pengerjaan simulasi pada program Crystal Ball digunakan iterasi sesuai dengan hasil iterasi secara manual dari program *Microsoft excel* dan *minitab*.



Gambar Simulasi *Monte Carlo*
menggunakan *software Crystal Ball*

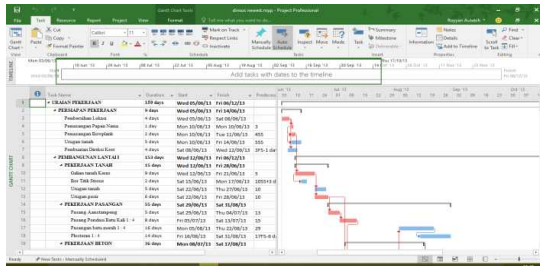
Penyusunan Penjadwalan dengan Microsoft Project 2013

Tahap selanjutnya setelah didapatkan data hasil simulasi *Monte Carlo* untuk setiap pekerjaan, dilakukan penyusunan penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project 2013. Sehingga akan didapatkan 4 durasi jadwal yaitu jadwal tercepat, jadwal terlama, jadwal paling mungkin dan jadwal *mean* hasil simulasi *Monte Carlo*. Langkah pertama adalah membuat jadwal project dengan durasi paling mungkin dengan acuan urutan pekerjaan berdasarkan kurva S rencana proyek, sehingga durasi total pekerjaan tidak jauh berbeda dengan durasi pada kurva S rencana proyek. Setelah didapatkan susunan pekerjaan pada Microsoft Project, maka dibuat jadwal pekerjaan dengan durasi tercepat, terlama, paling mungkin dan durasi *mean* hasil simulasi *Monte Carlo*.

Berikut langkah - langkah penjadwalan dengan Microsoft Project :

1. Mulai Microsoft Project dengan memilih blank project.
2. Masukkan data setiap item pekerjaan dari hasil simulasi *Monte Carlo*. Tentukan waktu pekerjaan proyek yang akan dimulai dengan *tollbar project, project information, start date*.
3. Gunakan *automatically task mode* untuk mempermudah penjadwalan di Microsoft Project.
4. Setelah itu memasukkan durasi setiap pekerjaan pada Microsoft Project.
5. Tentukan waktu kerja proyek pada *tollbars project, change working time, work weeks, detail*. Agar proyek dikerjakan pada hari senin sampai dengan sabtu dengan durasi 8 jam kerja.
6. Kemudian membuat jadwal proyek dan *predecessor* sesuai dengan kurva S rencana sebagai acuan.

Berikut ini contoh penjadwalan menggunakan Microsoft Project.



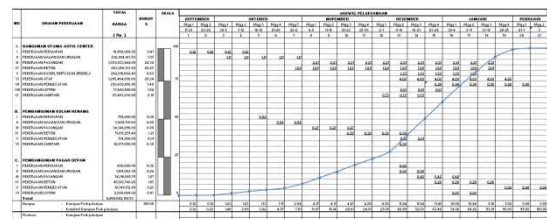
Gambar Penjadwalan Menggunakan
Microsoft Project 2013

Penyusunan Kurva S

Sebelum menyusun kurva S harus diketahui jadwal dari masing - masing kegiatan, bobot (persentase) dari kegiatan tersebut hingga distribusinya. Kurva S terdiri dari sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing dari angka 0 sampai 100. Jadwal tiap pekerjaan diperoleh dari hasil penjadwalan Microsoft Project, sedangkan bobot tiap pekerjaan diperoleh dari data kurva S proyek. Langkah – langkah untuk membuat kurva S adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data setiap item pekerjaan dari *Microsoft Project 2013*.
2. Mencari bobot setiap pekerjaan dilakukan dengan membagi harga setiap item pekerjaan dengan harga total pekerjaan yang dianalisa.

3. Menghitung komulatif setiap pekerjaan hingga mencapai 100%.
4. Membuat grafik kurva S dengan *tollbars insert, line, 2D line*.
5. Kemudian masukkan hasil komulatif kemajuan fisik pekerjaan pada *select data source*.
6. Mengatur posisi grafik kurva S agar tepat di awal proyek hingga proyek selesai (0%-100%).



Gambar Contoh Hasil Kurva S

Analisis Jadwal Proyek

Dari hasil penjadwalan didapatkan 4 macam kurva S yakni durasi tercepat, paling mungkin, terlama dan durasi *mean* hasil simulasi Monte Carlo yang selanjutnya dibandingkan dengan kurva S rencana proyek. Berikut adalah perbandingan kurva S proyek dan hasil simulasi.



Gambar Perbandingan Kurva S

Tabel Total Durasi Penjadwalan

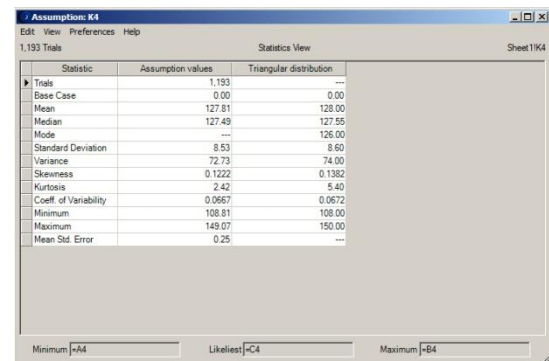
Jadwal	Tercepat	Paling Mungkin	Terlama	Hasil Simulasi (Mean)	Rencana
Durasi (hari)	108	126	150	132	120

Dari Gambar Perbandingan Kurva S Rencana dan Hasil Simulasi dan Tabel Total Durasi Penjadwalan dapat dilihat bahwa jadwal rencana berada diantara durasi tercepat dan durasi paling mungkin. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* dapat dipertimbangkan sebagai jadwal yang lebih ideal, dikarenakan jadwal tersebut berada diantara durasi yang paling mungkin dan durasi terlama. Sehingga jadwal tersebut lebih aman untuk digunakan dan probabilitasnya lebih besar. Perbedaan juga dapat ditemukan pada pekerjaan kritis di setiap pekerjaan, dapat dilihat bahwa jadwal dengan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* memiliki pekerjaan kritis yaitu sebanyak 38 pekerjaan.

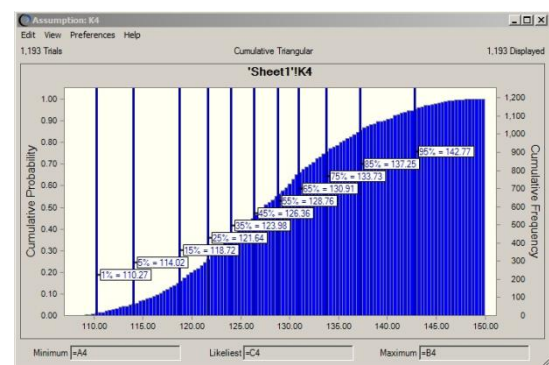
Probabilitas Penjadwalan

Dari hasil simulasi menggunakan *software Crystal Ball* telah diketahui

probabilitas penyelesaian pekerjaan proyek hasil simulasi *Monte Carlo* tiap pekerjaan yang telah disusun menjadi jadwal pada *software* Microsoft Project menghasilkan durasi mean selama 132 hari dengan probabilitas sebesar 68%. Jadwal dari hasil simulasi memiliki probabilitas yang lebih besar bila dibandingkan dengan jadwal rencana yang memiliki durasi selama 120 hari dengan probabilitas sebesar 18%. Untuk memperbesar probabilitas selesainya proyek sesuai jadwal dan menghindari resiko yang tidak diinginkan pada kelangsungan proyek. Hendaknya dapat diperhitungkan lebih baik lagi untuk perencanaan jadwal proyek.



Gambar deskripsi statistik



Grafik frekuensi kumulatif

Tabel Probabilitas Durasi Penyelesaian Proyek

Jadwal	Durasi	Probabilitas
Rencana	120	18%
Tercepat	108	0,5%
Paling Mungkin	126	43%
Terlama	150	100%
Hasil Simulasi(Mean)	132	68%

Tabel Persentase Probabilitas Penyelesaian Proyek

Persentase	Durasi	Persentase	Durasi
1%	110,27	55%	128,76
10%	116,69	60%	129,92
15%	118,72	65%	130,91
20%	120,30	70%	132,61
25%	121,64	75%	133,73
30%	123,06	80%	135,80
35%	123,98	85%	137,25
40%	125,39	90%	139,96
45%	126,36	95%	142,77
50%	127,55	100%	150,00

KESIMPULAN

1. Penjadwalan pada pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013 tidak memper-timbangkan waktu yang aman, karena durasi rencana proyek hanya memiliki nilai probabilitas sebesar 18% dari hasil simulasi Monte Carlo. Sehingga target durasi rencana sangat besar kemungkinan tidak terpenuhi.

2. Metode *Monte Carlo* dapat diterapkan pada penjadwalan pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar. Penjadwalan menggunakan Metode Monte Carlo dilakukan dengan menggunakan tiga indikator durasi yakni: durasi paling mungkin (*most likeliest*), durasi tercepat, durasi terlama dan

menghasilkan nilai durasi *mean* hasil simulasi Monte Carlo.

3. Penjadwalan menggunakan Metode Monte Carlo menghasilkan rentang durasi yang bervariasi. Durasi rencana memiliki pengerjaan selama 120 hari, durasi paling mungkin selama 126 hari sedangkan durasi tercepat selama 108 hari, durasi *mean* selama 132 hari dan durasi terlama proyek selama 150 hari. Dengan peluang jadwal durasi tercepat sebesar 0,5%, durasi terlama sebesar 100%, durasi rencana sebesar 18%, durasi paling mungkin sebesar 43%, dan durasi mean sebesar 68%. Dengan adanya tambahan indikator durasi waktu pekerjaan maka kontraktor dapat mengantisipasi masalah keterlambatan pengerjaan suatu proyek.
4. Terdapat perbedaan pada setiap durasi pekerjaan Gedung Autis Center Kota Blitar. Durasi rencana memiliki 37 pekerjaan kritis, durasi tercepat memiliki 18 pekerjaan kritis, durasi terlama memiliki 42 pekerjaan kritis, durasi paling mungkin memiliki 52 pekerjaan kritis, dan durasi mean memiliki 38 pekerjaan

kritis. Hal ini dikarenakan durasi pekerjaan dari hasil wawancara memiliki selisih yang besar antara durasi tercepat dan durasi terlama dengan durasi rencana proyek serta adanya perbedaan lintasan kritis di setiap durasi proyek.

SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan evaluasi yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan penjadwalan dengan *Microsoft Project* yang dianalisis dengan Metode Monte Carlo, hal yang diperhatikan adalah ketelitian dalam memasukan data ke dalam perhitungan karena akan mempengaruhi hasil perhitungan..
2. Dalam melakukan pengambilan data sebaiknya dilakukan lebih dari 1 narasumber, agar sumber data tidak bersifat subjektif, lebih berbobot, akurat dan valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Sri Murni. & Djakfar, Ludfi. 2008. *Statistika Dasar Untuk Teknik Sipil*, Malang: Bargie Media.
- Fadjar, A. 2008. *Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek*. Jurnal SMARTek. 6 (4):222-227.

- Nugraha, Paulus., Natan, Ishak, & Sutjipto., R 1985, *Manajemen Proyek Konstruksi I*. Surabaya: Penerbit Kartika Yudha.
- Oracle. 2011. Oracle Crystal Ball. Retrieved April 20, 2011 from Oracle:<http://www.oracle.com/us/products/applications/crystalball/index.html>
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*. 3rd ed. Newton Square. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Soeharto Imam. 1998. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Jilid I*. Jakarta : PT. Gelora Aksara Pratama.
- Utama Made Suyana. 2009. *Statistika Ekonomi & Bisnis*. Denpasar: Udayana University Press.